

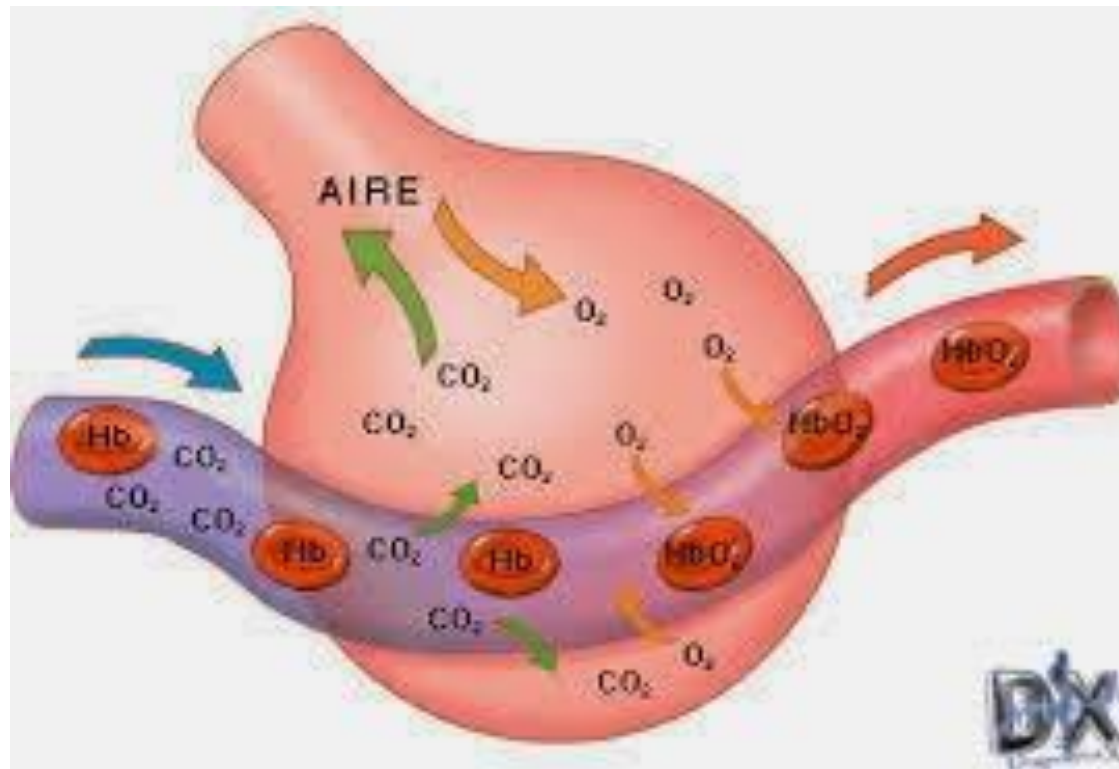
ASIGNATURA: LABORATORIO CLÍNICO

BIBLIOGRAFÍA

- Temas de Laboratorio Clínico. Celso Cruz y Colaboradores.
Libro de Texto
- Propedéutica Clínica y Semiología Médica, Tomos I y II, de Raimundo Llanio Navarro y otros.
- Henry. Química Clínica
- Infomed. Sitio de Patología Clínica

TEMA VI.

EQUILIBRIO ÁCIDO BÁSICO E HIDROMINERAL





CONTENIDO

1. Introducción al equilibrio ácido básico.
Generalidades.
2. Principales trastornos del equilibrio ácido básico.
3. Gasometría e Ionograma. Valores Normales.
4. Trastornos del Equilibrio Hidromineral.

INTRODUCCIÓN

El riñón realiza dos funciones principales:

- Secreta hormonas que participan en la regulación de la hemodinámica sistémica y renal (renina, angiotensina II y prostaglandinas), en la producción de glóbulos rojos (eritropoyetina) y en el metabolismo mineral.

INTRODUCCIÓN

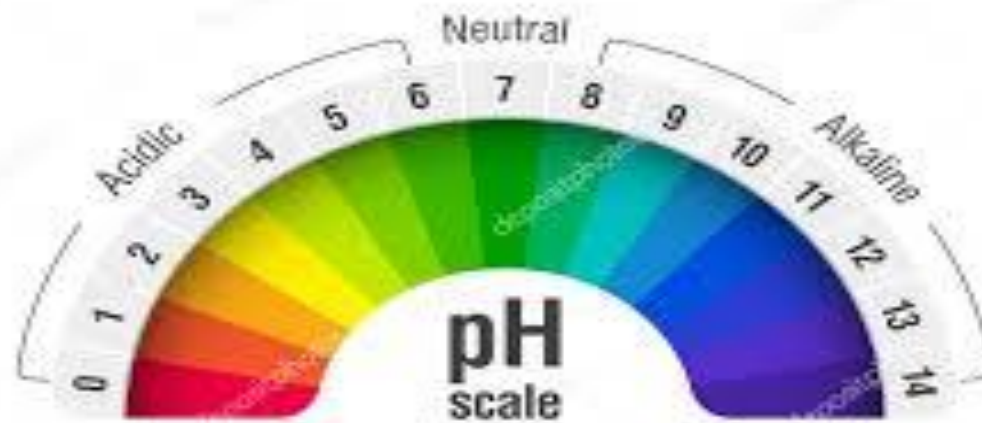
- Participa en el mantenimiento del entorno extracelular relativamente constante para que el organismo realice sus funciones normalmente.
- Mediante la excreción de productos de desecho del metabolismo y del agua y los electrólitos que derivan sobre todo de la ingesta.

Ácidos y bases



- Un ácido es una sustancia que puede donar hidrogeniones
- Una base es una sustancia que puede aceptarlos.
- Estas propiedades son independientes de la carga.
- De este modo, el H_2CO_3 (ácido carbónico), el HCl (ácido clorhídrico), el NH_4^+ (amonio) y el H_2PO_4^- (fosfato dibásico) pueden todos actuar como ácidos

- El pH de la sangre normal circulante varía de 7,35 a 7,45
- Los límites compatibles con la vida son de 6,9 a 7,8
- Depende del número de hidrogeniones libres en una solución, cuanto mayor sea el # , menor será el pH.



TAMPONES FISIOLÓGICOS

En la sangre existen muchos compuestos que impiden la acumulación local del ácido y permiten su transporte a través del organismo.

El tampón más importante de la sangre es el par bicarbonato - ácido carbónico

MECANISMOS NEUTRALIZADORES DEL ORGANISMO

- Mecanismo de dilución: toda la sobrecarga de iones hidrógenos al EAB, es neutralizada mediante la distribución de los mismos en el volumen de líquido extracelular y más lentamente por difusión en el líquido intracelular.
- La existencia de una buena o mala hidratación influye en el poder neutralizante.

MECANISMOS NEUTRALIZADORES DEL ORGANISMO

- Mecanismo de acción de sustancias amortiguadoras.
- Las sustancias amortiguadoras (buffer) evitan el establecimiento de modificaciones bruscas y perjudiciales del equilibrio ácido - base.
- Se encuentran tanto en el plasma como en los eritrocitos.

PRINCIPALES

- **Sistema Bicarbonato/Acido carbónico.**
- **Sistema proteínico plasmático.**
- **Sistema hemoglobina.**
- **Sistema fosfato**

MECANISMOS NEUTRALIZADORES DEL ORGANISMO

- Mecanismo de amortiguación respiratoria: el CO_2 producido por el metabolismo celular y el derivado de la disociación del CO_3H_2 se encuentra en estrecha relación con el CO_2 gaseoso existente en el aire alveolar.
- La función del centro respiratorio es modificada por el contenido de iones H^+ y CO_2 que contenga la sangre. Un aumento de la concentración de los mismos provocará una estimulación del Centro lo que da lugar a un aumento de la frecuencia respiratoria.

MECANISMOS NEUTRALIZADORES DEL ORGANISMO

- Mecanismo de amortiguación renal: se puede liberar o retener iones H^+ .
- El CO_2 acumulado en la sangre por razones patológicas pasa desde los vasos peritubulares al interior del túbulo renal donde se combina con H_2O , es eliminado por la orina en forma de CO_3H_2 .
- El ión H^+ en otras ocasiones se une al PO_4H_2Na y se elimina como fosfato monobásico por la orina.
- Mecanismo de depuración del exceso de H^+ brindado por el NH_3 sintetizado por las células del túbulo renal que al ser expulsado hacia la orina se combina con un H^+ , se une al Cl y se elimina como $ClNH_4$.

- Los procesos que tienden a disminuir el pH se llaman ***acidosis.***
- Los procesos que tienden a aumentar el pH se llaman ***alcalosis.***
- Se pueden producir excepciones cuando hay un trastorno mixto del equilibrio ácido básico con más de una anomalía.

ACIDOSIS

- Por una reducción en la concentración de bicarbonato en plasma (***acidosis metabólica***) Las causas más frecuentes de acidosis metabólicas **para el aumento de ácidos** son: la insuficiencia renal, la hipoxia (metabolismo anaerobio), el incremento en la producción de ácido láctico y la cetoacidosis diabética.
- **Para las pérdidas de bases:** las diarreas profusas, las fístulas del intestino delgado, biliares o pancreáticas y la administración excesiva de ciertos diuréticos (antagonistas de la anhidrasa carbónica o de la aldosterona).

- Por una elevación de la $p\text{CO}_2$ (***acidosis respiratoria***)
- Las causas más frecuentes son: depresión del centro respiratorio por drogas o por traumas craneoencefálicos, obstrucción de las vías respiratorias (asma, bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica[EPOC], fibrosis pulmonar, compresión extrínseca) o las lesiones graves de tórax (fracturas costales múltiples, fractura de esternón) y los trastornos circulatorios(*shock*, insuficiencia cardíaca congestiva con edema pulmonar agudo).

ALCALOSIS

- Se produce por un aumento de la concentración de bicarbonato en plasma (***alcalosis metabólica***) Las causas más frecuentes de alcalosis metabólica son: la pérdida de H^+ por vómitos o por lavado gástrico, la administración excesiva de bicarbonato o lactato de sodio, el envenenamiento por citratos (transfusiones múltiples con riñón insuficiente) y los diuréticos del asa (furosemida, torasemida).

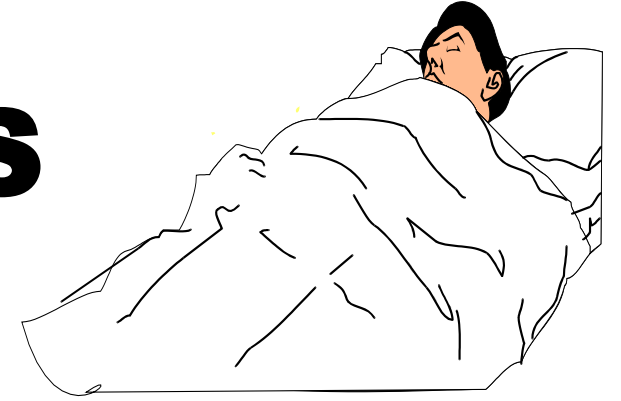
- Por un descenso de la $p\text{CO}_2$ (***alcalosis respiratoria***)
- La hiperventilación, puede obedecer a trastornos psiquiátricos, intoxicación por salicilatos, fiebre sostenida y hemorragia cerebral; pero la causa más frecuente es la aplicación de ventilación asistida en pacientes críticos, seguida de cerca por la insuficiencia pulmonar progresiva (distrés respiratorio del adulto).

PRUEBAS DE LABORATORIO

- Las pruebas de laboratorio que se utilizan para el estudio del EAB son:
- Gasometría.
- Ionograma.
- Las determinaciones de laboratorio que miden el estado del Equilibrio Ácido Básico (EAB) se realizan fundamentalmente en las salas de Terapia a pacientes críticos.
- Es fundamental la toma de muestra de sangre para la gasometría, debido a la variación de los resultados como consecuencia de si la sangre tomada es arterial o venosa (grado de oxigenación de la sangre).

Sangre arterial

INDICACIONES MÉDICAS

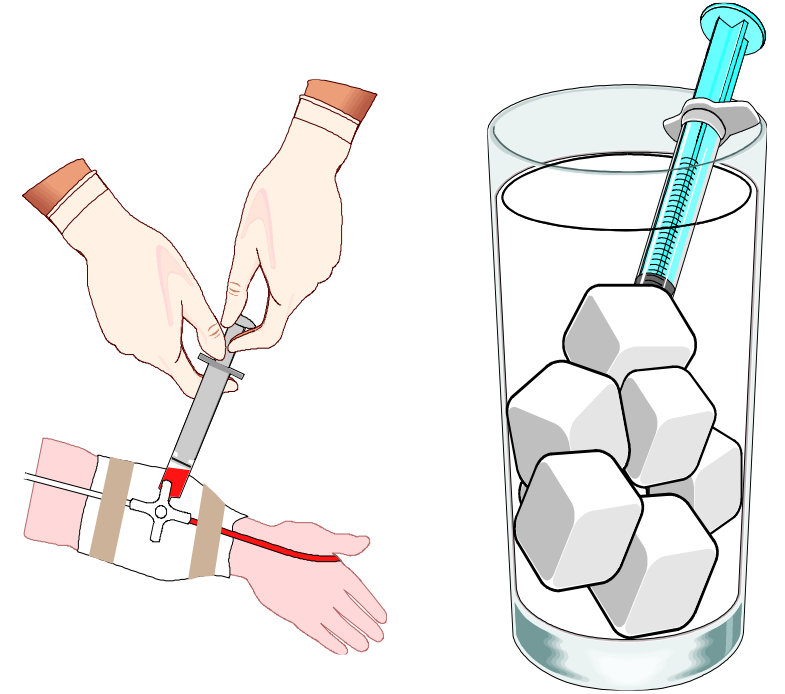


- Datos habituales: Identificación del paciente, sala, cama, firma y cuño del médico, impresión diagnóstica.
- Temperatura del paciente
- Hemoglobina del paciente.
- FIO_2 . Fracción de oxígeno inspirado

FASE PRE ANALÍTICA

- **ANTICOAGULANTE:**

Heparina sódica (Ideal de Litio)



- **TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN:** Debe realizarse en hielo seco o agua helada para disminuir la actividad enzimática y esto hace que los procesos metabólicos sean más lentos y los parámetros no varíen tanto.
- **El tiempo transcurrido entre la toma de muestra y la realización de la prueba no debe exceder de los 30 minutos.**

VALORES NORMALES DE UNA GASOMETRÍA

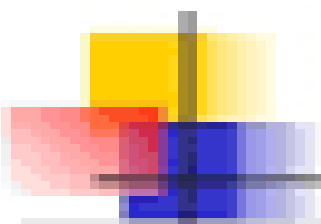
PARAMETROS	S.ARTERIAL	S. CAPILAR	S.VENOSA
PH	7,35 - 7,45	7,35 - 7,45	7,28 - 7,35
PCO ₂ (mmHg)	35 - 45	35 - 45	45 – 53
B.S (mEq/l)	21 - 25	21 - 25	21 – 25
E.B (mEq/l)	+/- 2,5	+/- 2,5	+/- 2,5
PO ₂ (mmHg)	95 - 100	95 - 100	28 – 40
HbO ₂ (%)	97 - 100	97 - 100	62 – 84

VALORES NORMALES DEL IONOGRAMA

ELECTROLITOS	VALORES NORMALES
SODIO(Na)	136 – 145 meq/l
CLORO(Cl)	100 – 106 meq/l
POTASIO(K)	3,5 – 5 meq/l

ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$



Trastorno	Alteración primaria	pH	Respuesta compensatoria
Acidosis metabólica	HCO_3^- Disminuye	Disminuye	pCO_2 Disminuye
Alcalosis metabólica	HCO_3^- Aumenta	Aumenta	pCO_2 Aumenta
Acidosis respiratoria	CO_2 Aumenta	Disminuye	HCO_3^- Aumenta
Alcalosis respiratoria	CO_2 Disminuye	Aumenta	HCO_3^- Disminuye

ALTERACIONES	GASOMETRIA	IONOGRAMA
ACIDOSIS METABOLICA	PH< de 7,35 (art.) <de 7,28 (venoso) B.S < de 21 mEq/l, E.B < de 2,5mEq/l , pCO2 N o B, pO2 N o B, HbO2 N o B.	Sodio - bajo Cloro _ alto o bajo según la causa. Potasio - elevado
ACIDOSIS RESPIRATORIA	PH < de 7,35 (art.) < de 7,28 (venoso) B.S N o elev, E.B elev. Según compensación metabólica , pCO2 mayor de 45 mmHg , pO2 N o B, según permanencia de trastorno de ventilación, difusión, transportación o utilización del O2, HbO2 N o B.	Sodio - elevado Cloro _ dismin. Potasio - elevado
ALCALOSIS METABOLICA	PH > de 7,45 (art.) > de 7,35 (ven.) B.S > de 25 mEq/l, E.B+2,5mEq/l, pCO2 N, pO2 N , HbO2 N .	Na--elevado Cl --dismin. K---dismin.
ALCALOSIS RESPIRATORIA	PH > de 7,45 (art.) > de 7,35 (ven.) BS -N o D según compensación metabólica.E.B -N o D según compensación metabólica. pCO2 < de 35 mEq/l (art.) <de45 (ven.), pO2 N o B, HbO2 N	Na---Bajo Cl----Elevado K-----Dismin.

**"En el análisis de pH y Gases en
sangre, un resultado incorrecto es con
frecuencia peor que no tenerlo."**

EQUILIBRIO HIDROMINERAL

El equilibrio de agua y el de sodio están regulados *independientemente* por vías específicas diseñadas para prevenir grandes cambios en la osmolalidad plasmática (determinada sobre todo por la *concentración* de sodio en plasma) y el volumen circulante eficaz.

osmolalidad plasmática entre 280 y 300 mOsmol/kg

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

- Exceso de agua: hiponatremia (concentración plasmática de sodio baja).
- Déficit de agua: hipernatremia (concentración plasmática de sodio alta).
- Exceso de sodio: edema.
- Déficit de sodio: depleción de volumen.

CONTRACCIONES Y EXPANSIONES DEL VOLUMEN DEL ESPACIO EXTRACELULAR

- Las alteraciones del equilibrio del agua y el sodio acompañan muchos trastornos médicos y quirúrgicos
- Cuando la alteración del volumen del espacio extracelular se manifiesta por la pérdida o depleción de agua en él y afecta, en lo fundamental, al compartimiento vascular, este fenómeno se denomina contracción de volumen.
- En cambio, cuando tiene lugar una sobrehidratación de este, se habla de expansión de volumen.

osmolalidad plasmática

1-Se regula por osmorreceptores en el hipotálamo que influyen en la liberación de la vasopresina (ADH)

2- Por la sed.

- La ADH reduce la excreción de agua, mientras que la sed incrementa la ingesta de agua.
- Los dos principales estímulos para la secreción de la ADH son la hiperosmolalidad y la depleción de volumen

EJEMPLO

EJERCICIO FÍSICO

La respuesta a un **incremento en la osmolalidad** plasmática efectiva, como puede ocurrir con la pérdida de agua a través del sudor tras el ejercicio en un día caluroso, provoca un incremento de la sed, así como un aumento en la liberación de la ADH

ADH

- La secreción de ADH puede ser «adecuada», como se observa en la depleción de volumen o «inadecuada», debido a otros estímulos (como fármacos) o a una producción ectópica (en algunos tipos de cáncer). Se necesitan tanto la ADH circulante como la ingesta de líquidos hipotónicos para que aparezca una hiponatremia.
- Diabetes insípida, un cuadro que resulta de la carencia de ADH (central) o la resistencia a su acción en el túbulo colector (nefrógena).